

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 616.13-031.14-07:616.124.3-008.1. 616.127-008.

ДИНАМИКА СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С МНОЖЕСТВЕННЫМ ПОРАЖЕНИЕМ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА

*Ю.С. Синельников, Е.Н. Орехова, О.А. Осетрова**

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова, г. Пермь, Россия

DYNAMICS OF SYSTOLIC AND DIASTOLIC RIGHT VENTRICULAR FUNCTION IN PATIENTS WITH MULTIPLE CORONARY ARTERY DAMAGES AFTER SURGICAL MYOCARDIAL REVASCULARIZATION

*Yu.S. Sinelnikov, E.N. Orekhova, O.S. Osetrova**

Federal Center of Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov, Perm, Russian Federation

Цель. Оценить динамику систолической и диастолической функций правого желудочка у пациентов с множественным поражением коронарных артерий после хирургической реваскуляризации миокарда.

Материалы и методы. Обследовано 52 пациента с многососудистым поражением коронарных артерий (Syntax Score $32,2 \pm 4,3$ балла). Исходно и через $14 \pm 3,3$ месяца после коронарного шунтирования (КШ) выполнялась эхокардиография с использованием 2D-Speckle Tracking Imaging, магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с контрастным усилением гадолинием.

Результаты. По результатам МРТ систолическая функция правого желудочка (ПЖ) возросла (фракция выброса с 45 ± 11 до 58 ± 11 %; $p = 0,02$). Продольная деформация ПЖ улучшилась (с $-16,4 \pm 4,6$ до $-18,4 \pm 5,6$ %, $p = 0,0000$). При оценке сегментарной функции ПЖ выявлено соответствие зон накопления контраста по данным МРТ сегментам со значительно сниженной продольной деформацией как до, так и после КШ. Продольная деформация коррелирует как с ФВ ПЖ (до операции $RS = -0,78$, $p = 0,0001$, после операции $RS = -0,73$, $p = 0,001$), так и с уровнями и сегментами накопления гадолиния.

Выводы. 1. Хирургическая реваскуляризация миокарда ассоциирована с уменьшением объемов и увеличением фракции выброса правого желудочка по данным МРТ. 2. Зоны накопления контраста в ПЖ соответствуют сегментам снижения продольной деформации правого желудочка на уровне свободной стенки как до операции, так и после коронарного шунтирования. 3. После КШ параметры деформации на уровне свободной стенки правого желудочка улучшаются, но не нормализуются. Количество зон на-

© Синельников Ю.С., Орехова Е.Н., Осетрова О.А., 2017

тел. +7 (342) 239 87 87

e-mail: osetrova.olya@mail.ru

[Синельников Ю.С. – доктор медицинских наук, главный врач; Орехова Е.Н. – доктор медицинских наук, заведующая отделением функциональной диагностики; Осетрова О.А. (*контактное лицо) – врач отделения функциональной диагностики].

копления гадолиния в правом желудочке не уменьшается. 4. Диастолическая функция правого желудочка как до КШ, так и после зависит от диастолической функции левого желудочка.

Ключевые слова. Хирургическая реваскуляризация, правый желудочек, эхокардиография, продольная систолическая деформация, магнитно-резонансная томография.

Aim. To assess the dynamics of systolic and diastolic function of the right ventricle in patients with multiple damage of coronary artery after surgical myocardial revascularization.

Materials and methods. Fifty two patients with multivascular damage of coronary arteries (Syntax Score $32,2 \pm 4,3$ scores) were examined. Initially and $14 \pm 3,3$ months after the coronary artery bypass grafting (CABG), echocardiography by means of 2D-Speckle Tracking Imaging, magnetic resonance imaging (MRI) with contrast gadolinium intensification was performed.

Results. According to MRI results, systolic function of the right ventricle (RV) raised (EF from 45 ± 11 % to 58 ± 11 %; $p = 0,02$). Longitudinal deformation of RV improved (from $-16,4 \pm 4,6$ % to $-18,4 \pm 5,6$ %, $p = 0,0000$). When estimating segmental function of RV, the correspondence of the zones of contrast accumulation by MRI data to the segments with significantly reduced longitudinal deformation both before CABG and after it was revealed. Longitudinal deformation correlates with both RV EF (before surgery $RS = -0,78$, $p = 0,0001$, after surgery $RS = -0,73$, $p = 0,001$) and gadolinium accumulation levels and segments.

Conclusions. 1. Surgical myocardial revascularization is associated with decrease in volumes and rise in ejection fraction (EF) of the right ventricle by MRI data. 2. Contrast accumulation zones in RV correspond to the segments of reduced RV longitudinal deformation at the level of a free wall both before the surgery and after CABG. 3. After CABG, deformation parameters at the level of RV free wall are improved, but not normalized. The quantity of gadolinium accumulation zones in the right ventricle does not fall. 4. Diastolic function of the right ventricle both before CABG and after it depends on the diastolic function of the left ventricle.

Key words. Surgical revascularization, right ventricle, echocardiography, longitudinal systolic deformation, magnetic resonance imaging.

ВВЕДЕНИЕ

Среди больных с ИБС часто встречаются пациенты с множественным поражением коронарных артерий (более 40 %), с тяжелой хронической сердечной недостаточностью (СН), левожелудочковой (ЛЖ) и бивентрикулярной дисфункцией и наиболее неблагоприятным прогнозом [5]. Коронарное шунтирование (КШ) остается предпочтительным методом реваскуляризации миокарда для пациентов с многососудистым гемодинамически значимым поражением коронарных артерий. Несмотря на большой интерес исследователей к проблеме оптимизации результатов лечения пациентов с множественным поражением коронарных артерий, особенности динамики систолической и диастолической функций правого желудочка

(ПЖ) остаются малоизученной проблемой, хотя одним из важнейших предикторов неблагоприятного прогноза у пациентов после КШ является именно дисфункция ПЖ. Сложности при двухмерной эхокардиографической (ЭхоКГ) визуализации ПЖ обусловлены особенностями анатомии, морфологии ПЖ, зависимостью результата измерений от условий преднагрузки и легочного сосудистого сопротивления. Также традиционно используемые параметры двухмерной ЭхоКГ нечувствительны к субклиническим проявлениям систолической дисфункции, качественные и полуколичественные методики не всегда дифференцируют вовлеченность ПЖ в процесс ишемического ремоделирования [1]. Использование двухмерной ЭхоКГ-технологии 2D-Speckle Tracking Imaging (2D-STI) позволяет дополнить количественную

оценку систолической и диастолической функций ПЖ с точки зрения механических критериев контрактильности и релаксации. Существующие способы оценки продольной деформации на данный момент имеют уже широкую доказательную базу эффективного использования, а нормативы указаны в соответствующих рекомендациях [3, 8]. Продольная деформация – эффективный маркер детекции субклинической систолической дисфункции, диастолической дисфункции, доказавший предикторную ценность для прогноза исходов у пациентов с ИБС, в том числе и после КШ [2]. Использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца с контрастным усилением гадолинием позволяет провести максимально точную оценку геометрических параметров ремоделирования ПЖ и верифицировать наличие ишемического ремоделирования ПЖ. В изученной литературе не найдено работ, включающих анализ и сопоставление сложности поражения коронарных артерий с ремоделированием ПЖ (оцененным ЭхоКГ-методом 2D-STI и МРТ) в динамике после хирургической реваскуляризации миокарда.

Цель исследования – оценить динамику систолической и диастолической функций правого желудочка у пациентов с множественным поражением коронарных артерий после хирургической реваскуляризации миокарда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проведена на базе Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова МЗ РФ (г. Пермь). Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Обследовано 52 пациента за период 2014–2015 гг. с многососудистым комплекс-

ным поражением эпикардиальных артерий (обязательная вовлеченность передней межжелудочковой артерий, огибающей и правой коронарной артерии со стенозами не менее 70 % по диаметру и/или окклюзиями, средние значения по ангиографической шкале Syntax Score [10] составили $32,2 \pm 4,3$ балла) с правым типом кровоснабжения сердца, со стабильной стенокардией напряжения, перенесенным инфарктом миокарда (у всех больных в анамнезе инфаркт миокарда нижней локализации с зубцом Q, давность $16 \pm 6,3$ месяца), с синусовым ритмом и удовлетворительной трансторакальной ЭхоКГ-визуализацией. Исключались больные с анатомией поражения коронарных артерий, не подходящей для адекватной (полной) хирургической реваскуляризации, пациенты с клапанной патологией, требующей коррекции, с сопутствующими заболеваниями, сопровождающимися легочной гипертензией, с фракцией выброса (ФВ) ЛЖ менее 35 %. Средний возраст обследованных составил $56 \pm 10,8$ г., 57,7 % – мужчины. Стенокардия напряжения III функционального класса (ф.к.) выявлена у 94,2 % больных, IV ф.к. – у 5,8 %. Пациентов с I ф.к. СН (NYHA) – 23,07 %, со II ф.к. – 65,4 %, с III ф.к. – 11,5 %. Артериальная гипертония выявлена у 50 больных (96,1 %), сахарный диабет 2-го типа – у 5 (9,6 %). Всем пациентам было проведено изолированное КШ, среднее число дистальных анастомозов – $3,6 \pm 0,94$. Включенные в исследование больные получали медикаментозную терапию в соответствии с действующими руководствами (антиагреганты, бета-блокаторы, ингибиторы АПФ, статины в рекомендованных дозировках) до и после хирургической реваскуляризации.

Кроме трансторакальной ЭхоКГ (VIVID 9 GE, Helihcare) с выполнением стандартных

геометрических и волюметрических измерений левого и правого желудочков, использования тканевых методик, показателей продольной механики ПЖ в режиме 2D-STI для изучения систолической функции ПЖ, проводилась МРТ сердца с контрастным усилением гадолинием и качественной характеристикой локализации накопления контраста по сегментам и уровням в ПЖ.

Механическая составляющая сократимости ПЖ изучалась с применением технологии «след пятна» (2D-STI). Продольная систолическая деформация свободной стенки ПЖ оценена на уровне трех сегментов: базальный, медиальный и верхушечный (программным обеспечением представляется как посегментарный, так и усредненный показатель по трем сегментам, в норме – 29 %). Для оценки диастолической функции желудочков измеряли максимальную скорость в области латеральной части фиброзного кольца (ФК) митрального и трикуспидального клапанов (МК и ТК) в раннюю (e') диастолу (из апикального доступа 4-камерной позиции с включением импульсно-волнового тканевого доплеровского режима). Рассчитывали соотношение скорости трансмитрального и транстрикуспидального потоков в раннюю диастолу (пик E, м/с) к скорости движения латеральной части ФК МК и ФК ТК соответственно (E/e') [4]. Измеряли также максимальную скорость трансмитрального и транстрикуспидального потоков в фазу позднего предсердного наполнения (пик A, м/с), соотношение пиков E/A, время изоволюмического расслабления для ЛЖ и ПЖ (Isovolumic Relaxation Time, IVRT, мс), время замедления потока раннего диастолического наполнения ПЖ (Deceleration Time, DT, мс) в соответствии с существующими рекомендациями [6, 7]. Продольная

диастолическая скорость деформации миокарда ПЖ измерялась на уровне сегментов свободной стенки ПЖ в 4-камерной позиции с использованием режима Strain Imaging и оценкой трех параметров: позитивного пика E-SR, отражающего скорость деформации ПЖ в фазу раннего быстрого наполнения (первый позитивный пик на генерированной кривой после открытия створок ТК, с⁻¹), и второго позитивного пика A-SR, характеризующего скорость деформации ПЖ в фазу позднего предсердного наполнения (в с⁻¹), отношение пиков скорости деформации в раннюю и позднюю диастолу ПЖ (E-SR/A-SR) [4, 7]. Для изучения продольной функции ПЖ рассчитывали также показатель систолической экскурсии латеральной части ФК ТК в M-режиме (ФК ТК, TAPSE, норма – 24 ± 3,5 мм). Как показатель функции ПЖ изучали миокардиальный индекс работы ПЖ Tei-индекс (в режиме тканевого доплера, норма – 0,38 ± 0,08).

Оценка ЭхоКГ-данных и показателей МРТ сердца с контрастным усилением гадолинием в динамике проводилась до операции и через 14 ± 3,3 месяца после КШ. Повторные коронарография и шунтография выполнялись через 13,6 ± 3,5 месяца после КШ.

Для статистической обработки полученных в работе данных использовалась программа Statistica 8.0. Для представления количественных показателей применяли значения среднего (*M*) и стандартного отклонения (*SD*). Различия показателей расценивали как статистически значимые при уровне ошибки *p* < 0,05. Корреляционный анализ проведен с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена (*R_s*) для описания тесноты связи между количественными признаками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За время наблюдения летальности среди обследованных нами больных не выявлено. Не зарегистрировано случаев нестабильной стенокардии, повторного инфаркта миокарда после хирургической реваскуляризации миокарда. При повторном обследовании приступы, типичные для стенокардии напряжения, на уровне II ф.к. отмечали 3 пациента (5,8 %), у 8 пациентов (15,4 %) по данным шунтографии наблюдалась окклюзия одного из шунтов. По результатам МРТ ФВ ПЖ значительно увеличилась после хирургической реваскуляризации (с 45 ± 11 до 58 ± 11 %; $p = 0,02$). Существенно уменьшились объемы ПЖ (КДО со 120 ± 37 до 106 ± 11 мл, $p = 0,001$, КСО с $69,5 \pm 16$ до 56 ± 10 мл, $p = 0,01$). Аналогичная динамика прослеживалась и со стороны волюметрических показателей ЛЖ (исходно КДО ЛЖ 140 ± 50 мл, после КШ – 111 ± 29 мл, $p = 0,01$; КСО ЛЖ – $69 \pm 19,5$ мл, после КШ – $50 \pm 10,4$ мл, $p = 0,01$), возросла существенно ФВ ЛЖ (исходно $48 \pm 13,2$ %, после КШ – 54 ± 14 %). Выявлена обратная корреляция баллов по шкале Syntax Score, отражающей комплексность поражения коронарных артерий, и ФВ ЛЖ по данным МРТ (до операции $RS = -0,68$, $p = 0,001$; после КШ $RS = -0,71$, $p = 0,001$), с ФВ ПЖ (до операции $RS = -0,7$, $p = 0,001$; после КШ $RS = -0,8$, $p = 0,0000$). При этом не выявлено значимой связи между выраженностью поражения правой коронарной артерии и ФВ ПЖ (до операции $RS = -0,2$, $p = 0,4$; после КШ $RS = -0,1$, $p = 0,7$). Следовательно, комплексность поражения коронарного русла, а не тяжесть поражения правой коронарной артерии определяет как исходную систолическую функцию ПЖ, так и послеоперационную динамику ПЖ.

В процессе наблюдения улучшился индекс Tei (с $0,6 \pm 0,4$ до $0,36 \pm 0,4$; $p = 0,02$) и TAPSE (с $22,0 \pm 3,2$ до $23 \pm 2,4$ мм, $p = 0,0016$). Показатели TAPSE как до, так и после операции слабо коррелировали с ФВ ПЖ по данным МРТ (до операции $Rs = 0,38$, $p = 0,05$, после КШ $Rs = 0,2$, $p = 0,06$), а индекс Tei продемонстрировал умеренную корреляцию с ФВ ПЖ (до операции $Rs = 0,55$, $p = 0,001$, после КШ $Rs = 0,58$, $p = 0,001$).

Глобальная продольная деформация ПЖ была существенно снижена до операции ($-16,4 \pm 4,6$ %), но в динамике увеличилась ($-18,4 \pm 5,6$ %, $p = 0,0001$), хотя и не достигла диапазона нормативных значений (-29 %). При посегментарной оценке продольной деформации на уровне свободной стенки ПЖ обнаружена позитивная динамика в послеоперационном периоде (деформация базального сегмента свободной стенки ПЖ исходно $-16,8 \pm 4$ %, после КШ $-18,9 \pm 5,2$ %, $p = 0,0004$; на уровне среднего сегмента свободной стенки ПЖ до операции $-16,8 \pm 4,7$ %, после КШ $-17,6 \pm 5,5$ %, $p = 0,001$; на апикальном уровне -15 ± 4 %, после КШ $-15,6 \pm 4,6$ %, $p = 0,01$). При качественной оценке сегментарной функции ПЖ выявлено соответствие зон накопления контраста по данным МРТ сегментам со значительно сниженной продольной деформацией как до, так и после реваскуляризации. Также в оба периода отмечалась корреляция локализации и уровня накопления гадолиния по данным МРТ с аналогичными показателями сегментарной продольной деформации ПЖ на уровне свободной стенки ПЖ (таблица). Зоны накопления контраста на уровне свободной стенки ПЖ выявлены у 17 (32,7 %) больных. В ходе динамического наблюдения новых зон накопления контраста не обнаружено, в том числе и у пациентов с доказанной окк-

люзией шунта на ПКА согласно данным шунтографии (у 4 (7,8 %) больных). Наличие аналогичных по локализации и уровню зон накопления контраста как до операции, так

и после хирургической реваскуляризации свидетельствует о вероятной структурной необратимости выявленных изменений (фиброз).

Глобальная и посегментарная оценка продольной деформации ПЖ (2D-Speckle Tracking Imaging) и накопление гадолиния (МРТ) на уровне свободной стенки ПЖ до и после хирургической реваскуляризации миокарда

Уровень ПЖ	2D-Speckle Tracking Imaging		МРТ				Коэффициент корреляции (RS)	
	до операции	после операции	до операции		после операции		до операции	после операции
			абс.	%	абс.	%		
Базальный	-16,8 ± 4	-18,9 ± 5,2 %	14	26,9	14	26,9	0,74	0,72
<i>p</i>	0,0004*		1				0,0001*	0,002*
Медиальный	-16,8 ± 4,7 %	-17,6 ± 5,5 %	12	23,07	12	21,07	0,6	0,55
<i>p</i>	0,001*		1				0,0004*	0,001*
Апикальный	-15 ± 4 %	-15,6 ± 4,6 %	17	32,7	17	32,7	0,65	0,61
<i>p</i>	0,01*		1				0,0001*	0,001*
Все сегменты свободной стенки ПЖ	-16,4 ± 4,6 %	-18,4 ± 5,6 %	17	32,7	17	32,7	0,8	0,79
<i>p</i>	0,0001*		1				0,001*	0,0001*

Примечание: * – значимость различий между исследованиями, $p < 0,05$.

Стоит отметить выявленную в нашей работе особенность: глобальная деформация значимо коррелирует как с ФВ ПЖ (до операции $RS = -0,78$, $p = 0,0001$, после операции $RS = -0,73$, $p = 0,001$), так и с уровнями и сегментами накопления гадолиния (данные в таблице), тогда как между ФВ ПЖ и наличием зон сегментарного накопления гадолиния по данным МРТ прослеживается лишь слабая корреляция как до операции ($RS = -0,3$, $p = 0,001$), так и после КШ ($RS = -0,24$, $p = 0,02$). С одной стороны, данные изменения подтверждают информативность продольной механики в определении ишемического ремоделирования ПЖ, с другой – показывают, что глобальную функцию ПЖ определяют не только очевидные структурные изменения ПЖ (участки накопления гадолиния – необратимо измененные кардиомиоциты), но и параметры продольной функции, отражающие в том числе контракт-

тность не вовлеченного в рубцовую ткань субэндокарда. Таким образом, отсутствие накопления контраста по ишемическому типу не исключает наличия ишемической дисфункции ПЖ, что подтверждается данными сниженной продольной деформации и ФВ ПЖ у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий до операции.

При исследовании традиционных показателей диастолической функции ЛЖ выявлено, что у 46 больных (88,4 % случаев) параметры соответствовали I типу дисфункции ($E/A - 0,94 \pm 0,21$; $E/e' - 8,7 \pm 3,4$; $IVRT - 96 \pm 9,6$ мс; $DT - 234 \pm 21$ мс), у 5 пациентов (9,6 %) – II типу дисфункции ($E/A - 1,5 \pm 0,2$; $E/e' - 14 \pm 2,8$; $IVRT - 74 \pm 12$ мс; $DT - 177 \pm 20$ мс), в 1 случае (1,9 %) показатели соответствовали III (рестриктивному типу) диастолической дисфункции ($E/A - 2,4 \pm 0,4$; $E/e' - 18,7 \pm 1,5$; $IVRT - 69 \pm 1,5$ мс; $DT - 127,7 \pm 3,2$ мс). После КШ пациентов с рест-

риктивным типом диастолического наполнения ЛЖ не выявлено. У 47 больных (90,4 %) определялась нарушенная релаксация, причем данные существенно не отличались от дооперационных (после операции $E/A - 0,98 \pm 0,25$; $E/e' - 8,3 \pm 3,1$; $IVRT - 99 \pm 10,4$ мс; $DT - 230 \pm 25$ мс; $p > 0,5$ по сравнению с дооперационными данными для всех значений). У 5 больных определялся II тип дисфункции после операции, данные также без существенной динамики ($E/A - 1,51 \pm 0,29$; $E/e' - 12 \pm 3,1$; $IVRT - 73 \pm 14$ мс; $DT - 163 \pm 18$ мс). При изучении традиционных параметров, характеризующих диастолическую функцию ПЖ, установлено, что у 50 больных (98 %) они соответствовали типу нарушенной релаксации ($E/A - 0,91 \pm 0,2$; $E/e' - 5 \pm 1,1$; $IVRT - 80 \pm 13$ мс; $DT - 230 \pm 5$ мс; $E-SR - 0,8 \pm 0,2$ с⁻¹; $A-SR - 0,91 \pm 0,2$ с⁻¹; $E-SR/A-SR - 1,02 \pm 0,12$), у 1 больного (1,9 %) – рестриктивному типу наполнения ПЖ ($E/A - 2,2$; $E/e' - 14$; $IVRT - 50$ мс; $DT - 100$ мс; $E-SR - 0,39$ с⁻¹; $A-SR - 0,2$ с⁻¹; $E-SR/A-SR - 1,95$). Выявлена существенная корреляция E/e' – ЛЖ и ПЖ (исходно $RS = 0,86$, $p = 0,0000$; после КШ $RS = 0,8$, $p = 0,0001$), обратная связь E/e' ЛЖ и $E-SR$ ПЖ (исходно $RS = -0,75$, $p = 0,0001$; после КШ $RS = -0,71$, $p = 0,002$). Из приведенных данных следует, что диастолическая функция ПЖ у больных с множественным поражением коронарных артерий связана с функцией ЛЖ как до операции, так и после хирургической реваскуляризации.

Выводы

1. Хирургическая реваскуляризация миокарда у пациентов с множественным поражением коронарных артерий ассоциирована с уменьшением объемов и увеличением фракции выброса правого желудочка по данным магнитно-резонансной томографии.

2. Зоны накопления контраста в правом желудочке по данным магнитно-резонансной томографии соответствуют сегментам снижения продольной деформации правого желудочка на уровне свободной стенки как до операции, так и после коронарного шунтирования.

3. После хирургической реваскуляризации параметры деформации на уровне свободной стенки правого желудочка значительно улучшаются, но не нормализуются. Количество зон накопления гадолиния в правом желудочке не уменьшается.

4. Диастолическая функция правого желудочка как до коронарного шунтирования, так и в послеоперационном периоде существенно зависит от диастолической функции левого желудочка.

Библиографический список

1. *Bleeker G.B., Steendijk P., Holman E.R.* Assessing right ventricular function: the role of echocardiography and complementary technologies. *Heart* 2006; 92 (1): i19–i26.
2. *Denault A.Y., Couture P., Buihieu J.* Left and right ventricular diastolic dysfunction as predictors of difficult separation from cardiopulmonary bypass. *Can J Anaesth* 2006; 53: 1020–1029.
3. *D'hooge J., Heimdal A., Jamal F.* Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiogr* 2000; 1: 154–170.
4. *Ersboll M., Andersen M.J., Valeur N.* Early diastolic strain rate in relation to systolic and diastolic function and prognosis in acute myocardial infarction: a two-dimensional speckle-tracking study. *Eur Heart J* 2014; 35: 648–656.
5. *Fihn S.D., Blankenship J.C., Alexander K.P.* 2014 ACC/AHA/AATS/PCNA/SCAI/STS Fo-

cused update of the guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease. JACC 2014. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.07.017

6. *Jamal F., Bergerot C. Argaut L.* Longitudinal strain quantitates regional right ventricular contractile function. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2003; 285: H2842-H2847.

7. *Kowalski M., Kukulski T., Jamal F.* Can natural strain and strain rate quantify regional myocardial deformation? A study in healthy subjects. Ultrasound Med Biol 2001; 27: 1087–1097.

8. *Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V.* Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography

and the European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr 2015; 28: 1–39.

9. *Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J.* Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2010; 23: 685–713.

10. *Sianos G., Morel M.-A., Kappetein A.P.* The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. EuroInterv 2005; 1: 219–227.

Материал поступил в редакцию 20.04.2017